

PAT-NO: JP408218934A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08218934 A

TITLE: INTAKE AIR QUANTITY DETECTING DEVICE OF ENGINE

PUBN-DATE: August 27, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIMIZU, MAKOTO  
UEKI, YOSHIHARU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MAZDA MOTOR CORP	N/A

APPL-NO: JP07021650

APPL-DATE: February 9, 1995

INT-CL (IPC): F02D045/00, F02D041/04, F02D041/18, G01F001/68

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide an intake air quantity detecting device of an engine by which an accurate actual intake air quantity can be calculated and accuracy of air-fuel ratio control can be enhanced by correcting an intake air quantity detecting value by a thermal type air flow sensor without delay.

CONSTITUTION: In an engine CE, intake air pipe internal pressure downstream of a throttle valve detected by an intake air pressure sensor 21, is stored in time series in the memory of a control unit C. An intake air quantity detecting value detected by an air flow sensor 15 is corrected in the direction for eliminating influence of intake air pulsation by a correction value calculated on the basis of an intake air pipe internal pressure storage value earlier by pulsation delay time than detecting time of the intake air quantity detecting value, and an actual intake air quantity to be treated as the basis of calculating a fuel injection quantity of a fuel injection valve 18 is calculated. Therefore, an accurate actual intake air quantity is calculated, and control accuracy of air-fuel ratio control is enhanced.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-218934

(43)公開日 平成8年(1996)8月27日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 02 D 45/00	3 6 6		F 02 D 45/00	3 6 6 B
41/04	3 0 1		41/04	3 0 1 J
41/18			41/18	B
G 01 F 1/68			G 01 F 1/68	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平7-21650

(71)出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(22)出願日 平成7年(1995)2月9日

(72)発明者 清水 良

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

(72)発明者 植木 義治

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

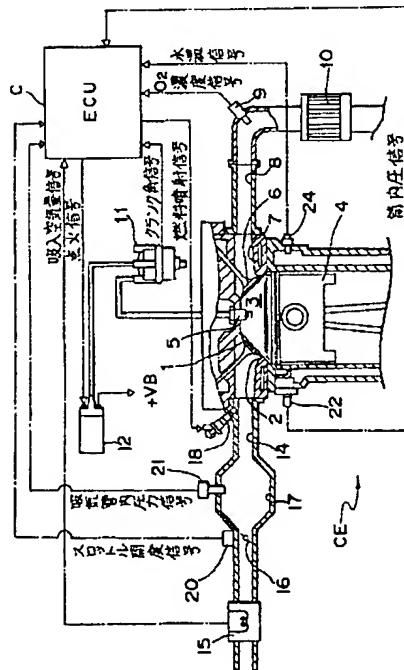
(74)代理人 弁理士 青山 葉 (外1名)

(54)【発明の名称】 エンジンの吸入空気量検出装置

(57)【要約】

【目的】 热式エアフローセンサによる吸入空気量検出値を遅れなく補正して正確な実吸入空気量を算出することができ、空燃比制御の精度を高めることができるエンジンの吸入空気量検出装置を得る。

【構成】 エンジンCEにおいては、吸気圧センサ21で検出されたスロットル弁下流の吸気管内圧力が、コントロールユニットCのメモリ内に時系列的に記憶される。そして、エアフローセンサ15で検出された吸入空気量検出値が、該吸入空気量検出値の検出時点よりも脈動遅れ時間だけ前の吸気管内圧力記憶値に基づいて算出された補正值でもって、吸気脈動の影響をなくす方向に補正され、燃料噴射弁18の燃料噴射量の算出の基礎とすべき実吸入空気量が算出される。かくして、正確な実吸入空気量が算出され、空燃比制御の制御精度が高められる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 スロットル弁上流の吸気通路における吸入空気量を検出する熱式吸入空気量検出手段と、該熱式吸入空気量検出手段によって検出された吸入空気量検出値を、吸気脈動の影響をなくす方向に補正して、燃料噴射量の算出に用いる実吸入空気量を算出する実吸入空気量算出手段とが設けられているエンジンの吸入空気量検出装置において、  
スロットル弁下流の吸気通路内の吸入空気圧力を検出する吸入空気圧力検出手段と、該吸入空気圧力検出手段によって検出された吸入空気圧力の変動を算出する吸入空気圧力変動算出手段とが設けられ、  
実吸入空気量算出手段が、吸入空気圧力変動算出手段によって算出された吸入空気の圧力変動に基づいて算出した補正值でもって、該圧力変動が算出された時点よりも所定期間遅延した時期に熱式吸入空気量検出手段で検出された吸入空気量検出値を補正して実吸入空気量を算出するようになっていることを特徴とするエンジンの吸入空気量検出装置。

【請求項2】 請求項1に記載されたエンジンの吸入空気量検出装置において、

上記所定期間が、吸入空気圧力検出手段と熱式吸入空気量検出手段との間での圧力伝播を要する時間とされていることを特徴とするエンジンの吸入空気量検出装置。

【請求項3】 請求項1に記載されたエンジンの吸入空気量検出装置において、

上記所定期間が、吸入空気圧力検出手段と熱式吸入空気量検出手段との間での圧力伝播を要する時間に、熱式吸入空気量検出手段の検出遅れ時間を加えたものとされていることを特徴とするエンジンの吸入空気量検出装置。

【請求項4】 スロットル弁上流の吸気通路における吸入空気量を検出する熱式吸入空気量検出手段と、

該熱式吸入空気量検出手段によって検出された吸入空気量検出値を、吸気脈動の影響をなくす方向に補正して、燃料噴射量の算出に用いる実吸入空気量を算出する実吸入空気量算出手段とが設けられているエンジンの吸入空気量検出装置において、

スロットル弁下流の吸気通路内の吸入空気圧力を検出する吸入空気圧力検出手段と、該吸入空気圧力検出手段によって検出された吸入空気圧力検出値を記憶する吸入空気圧力記憶手段とが設けられ、

実吸入空気量算出手段が、熱式吸入空気量検出手段によって検出された吸入空気量検出値を、吸入空気圧力記憶手段に記憶されている上記吸入空気量検出値の検出時点よりも所定期間前の吸入空気圧力記憶値に基づいて算出した補正值でもって補正して実吸入空気量を算出するようになっていることを特徴とするエンジンの吸入空気量検出装置。

【請求項5】 請求項1～請求項4のいずれか1つに記載されたエンジンの吸入空気量検出装置において、

吸入空気量の補正值の最大値がスロットル弁の開度に応じて設定されるようになっていることを特徴とするエンジンの吸入空気量検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、熱式吸入空気量検出手段を用いたエンジンの吸入空気量検出装置に関するものである。

## 【0002】

10 【従来の技術】 一般に、燃料噴射式エンジンにおいては、燃費性能を高め、あるいはエミッション性能を高めるために空燃比を制御するようしている。すなわち、空燃比が所定の目標値となるように、エンジンへの吸入空気量に応じて燃料噴射量を制御するようしている。

【0003】 したがって、空燃比を制御するようにした燃料噴射式エンジンでは吸入空気量を検出する必要があるが、かかる吸入空気量検出手段としては、近年、応答性に優れた熱式エアフローセンサ例えばホットワイヤ式エアフローセンサ等が広く用いられている。かかる熱式エアフローセンサ、例えばホットワイヤ式エアフローセンサでは、吸気通路内に電気抵抗体であるホットワイヤを配置し、該ホットワイヤの温度が一定値に保持されるようにホットワイヤ内を流れる電流を制御し、該電流値から吸入空気量を検出するようしている。

【0004】 すなわち、ホットワイヤの温度が一定値に保持される場合においては、ホットワイヤから吸入空気中への放熱量と吸入空気量とが一義的な関数関係にあり、かつホットワイヤから吸入空気中への放熱量とホットワイヤを流れる電流値とが一義的な関数関係にあるので、結局ホットワイヤを流れる電流値と吸入空気量との間にも一義的な関数関係があることになり、したがってホットワイヤを流れる電流値から吸入空気量を求めることができるわけである。

【0005】 ところで、かかるエアフローセンサは、普通、ピストンの昇降に伴って生じる吸入空気の圧力変動の影響を避けるためにスロットル弁上流の吸気通路に配置される。しかしながら、スロットル開度が大きいときには上記圧力変動がエアフローセンサに及び、このようないくつかのエアフローセンサ配置地点で吸気脈動(吸入空気の脈動)が生じ、時々刻々のエアフローセンサ検出値は、吸気脈動による吸気の逆流も吸入空気量として検知するため、燃料噴射量算出の基礎とすべき実吸入空気量すなわち1サイクル内における平均的な吸入空気量と食い違ってしまうことが多い。したがって、このようないくつかのエアフローセンサによって検出された吸入空気量検出値に対応する燃料噴射量で燃料噴射を行うと、空燃比が目標値からずれることが多く、空燃比がリッチ側になってしまふ。このため、従来の燃料噴射式エンジンにおいては、スロットル開度が大きいときには燃料噴射量を通常時よりも減量側に設定し、例えば、吸入空気量検

40

50

出値が所定値までは吸入空気量に応じた噴射量とし、吸入空気量検出値が所定値以上となつても噴射量を増加させないようにして、空燃比がリッチとなるのを防止するようにしているが、このようにしても前記所定値の設定の仕方によつてはリーンになりすぎたりし、目標の空燃比に適切に制御できないといった問題が生じる。

【0006】そこで、近年、熱式エアフローセンサによつて検出された吸入空気量検出値を、吸気脈動の影響をなくす方向に補正して実吸入空気量を算出するようにしたエンジンが提案されている。具体的には、例えば、熱式エアフローセンサの検出値を該検出値の脈動幅と平均流量との比である脈動率とエンジン回転数から算出される補正值で補正して実吸入空気量を求めるようにしたエンジンが提案されている(例えば、特開平5-256181号公報参照)。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、例えば特開平5-256181号公報に開示されているよう、吸気脈動の影響をなくす方向に吸入空気量検出値を補正するようにした従来のエンジンでは、吸入空気量検出値が実際に脈動してから該脈動を検出し、該脈動状態に応じて補正演算を行うことになるので、該補正がどうしても遅れ気味となり、実吸入空気量の算出値の精度が低くなるといった問題がある。

【0008】本発明は、上記従来の問題を解決するためになされたものであつて、熱式エアフローセンサの吸入空気量検出値を遅れなく補正して正確な実吸入空気量を算出することができ、ひいては空燃比制御の精度を高めることができるエンジンの吸入空気量検出装置を得ることを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するためになされた本発明の第1の態様は、スロットル弁上流の吸気通路における吸入空気量を検出する熱式吸入空気量検出手段と、該熱式吸入空気量検出手段によって検出された吸入空気量検出値を、吸気脈動の影響をなくす方向に補正して、燃料噴射量の算出に用いる実吸入空気量を算出する実吸入空気量算出手段とが設けられているエンジンの吸入空気量検出装置において、スロットル弁下流の吸気通路内の吸入空気圧力を検出する吸入空気圧力検出手段と、該吸入空気圧力検出手段によって検出された吸入空気圧力の変動を算出する吸入空気圧力変動算出手段とが設けられ、実吸入空気量算出手段が、吸入空気圧力変動算出手段によって算出された吸入空気の圧力変動に基づいて算出した補正值でもって、該圧力変動が算出された時点よりも所定期間遅延した時期に熱式吸入空気量検出手段で検出された吸入空気量検出値を補正して実吸入空気量を算出するようになつてることを特徴とするものである。

【0010】本発明の第2の態様は、本発明の第1の態

様にかかるエンジンの吸入空気量検出装置において、上記所定期間が、吸入空気圧力検出手段と熱式吸入空気量検出手段との間での圧力伝播に要する時間とされていることを特徴とするものである。

【0011】本発明の第3の態様は、本発明の第1の態様にかかるエンジンの吸入空気量検出装置において、上記所定期間が、吸入空気圧力検出手段と熱式吸入空気量検出手段との間での圧力伝播に要する時間に、熱式吸入空気量検出手段の検出遅れ時間を加えたものとされていることを特徴とするものである。なお、熱式吸入空気量検出手段の検出遅れ時間は、例えば圧力変動周期の1/4程度(角度表示では $\pi/2$ )とするのが好ましい。

【0012】本発明の第4の態様は、スロットル弁上流の吸気通路における吸入空気量を検出する熱式吸入空気量検出手段と、該熱式吸入空気量検出手段によって検出された吸入空気量検出値を、吸気脈動の影響をなくす方向に補正して、燃料噴射量の算出に用いる実吸入空気量を算出する実吸入空気量算出手段とが設けられているエンジンの吸入空気量検出装置において、スロットル弁下流の吸気通路内の吸入空気圧力を検出する吸入空気圧力検出手段と、該吸入空気圧力検出手段によって検出された吸入空気圧力検出値を記憶する吸入空気圧力記憶手段とが設けられ、実吸入空気量算出手段が、熱式吸入空気量検出手段によって検出された吸入空気量検出値を、吸入空気圧力記憶手段に記憶されている上記吸入空気量検出値の検出時点よりも所定期間前の吸入空気圧力記憶値に基づいて算出した補正值でもって補正して実吸入空気量を算出するようになつてることを特徴とするものである。

【0013】本発明の第5の態様は、本発明の第1～第4の態様のいずれか1つにかかるエンジンの吸入空気量検出装置において、吸入空気量の補正值の最大値がスロットル弁の開度に応じて設定されるようになつてることを特徴とするものである。

#### 【0014】

【作用】本発明の第1の態様にかかる吸入空気量検出装置においては、ピストンの昇降に伴つて生じる吸入空気の圧力変動が吸気通路内を下流側から上流側に向かって伝播するので、吸入空気圧力検出手段配置地点における圧力変動は所定の時間遅れを伴つて熱式吸入空気量検出手段配置地点に伝播され、かかる熱式吸入空気量検出手段配置地点における圧力変動に対応して吸気脈動が生じ、吸入空気量検出値が脈動することになる。すなわち、吸入空気量検出値の脈動は、該脈動が生じた時点よりも上記遅れ時間だけ前における吸入空気圧力検出手段配置地点での圧力変動に対応して生じる。したがつて、上記圧力変動に基づいて補正值を算出しておき、上記遅れ時間経過後に該補正值を用いて吸入空気量検出値を補正すれば、遅れなくかつ高精度で吸入空気量検出値を補正することができるようになる。そして、この吸入空

量検出装置では、吸入空気圧力検出手段で検出された吸入空気圧力から算出された圧力変動、すなわち吸入空気圧力検出手段配置地点での圧力変動に基づいて算出された補正值でもって、該圧力変動が算出された時点よりも所定期間遅延した時期に熱式吸入空気量検出手段で検出された吸入空気量検出値が補正されて実吸入空気量が算出される。換言すれば、吸入空気量検出値は、これよりも所定期間前における吸入空気圧力検出手段配置地点での圧力変動に対応して補正される。

【0015】本発明の第2の態様にかかる吸入空気量検出装置においては、基本的には本発明の第1の態様にかかる吸入空気量検出装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、上記所定期間が、吸入空気圧力検出手段と熱式吸入空気量検出手段との間での圧力伝播に要する時間とされるので、吸入空気量検出値が遅れなくかつ高精度で補正されて正確な実吸入空気量が算出される。

【0016】本発明の第3の態様にかかる吸入空気量検出装置においては、基本的には本発明の第1の態様にかかる吸入空気量検出装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、上記所定期間が、吸入空気圧力検出手段と熱式吸入空気量検出手段との間での圧力伝播に要する時間に、熱式吸入空気量検出手段の検出遅れ時間を加えたものとされるので、熱式吸入空気量検出手段の検出遅れによる影響が除去され、吸入空気量検出値がより高精度で補正されて一層正確な実吸入空気量が算出される。

【0017】本発明の第4の態様にかかる吸入空気量検出装置においては、ピストンの昇降に伴って生じる吸入空気の圧力変動が吸気通路内を下流側から上流側に向かって伝播するので、吸入空気圧力検出手段配置地点における圧力変動は所定の時間遅れを伴って熱式吸入空気量検出手段配置地点に伝播され、かかる熱式吸入空気量検出手段配置地点における圧力変動に対応して吸気脈動が生じ、吸入空気量検出値が脈動することになる。すなわち、吸入空気量検出値の脈動は、該脈動が生じた時点よりも上記遅れ時間だけ前における吸入空気圧力検出手段配置地点での圧力変動に対応して生じる。したがって、上記圧力変動に基づいて補正值を算出しておき、上記遅れ時間経過後に該補正值を用いて吸入空気量検出値を補正すれば、遅れなくかつ高精度で該補正を行うことができるようになる。そして、この吸入空気量検出装置では、熱式吸入空気量検出手段によって検出された吸入空気量検出値が、吸入空気圧力記憶手段に記憶されている上記吸入空気量検出値の検出時点よりも所定期間前の吸入空気圧力記憶値に基づいて、すなわち所定期間前における吸入空気圧力検出手段配置地点での圧力変動に基づいて算出される補正值でもって補正されて実吸入空気量が算出される。

【0018】本発明の第5の態様にかかる吸入空気量検出装置においては、基本的には本発明の第1～第4の態様のいずれか1つにかかる吸入空気量検出装置と同様の

作用が生じる。さらに、吸入空気量の補正值の最大値がスロットル弁の開度に応じて設定されるので、熱式吸入空気量検出手段への吸気脈動の伝播度に応じた脈動補正が行われる。

【0019】

【実施例】以下、本発明の実施例を具体的に説明する。<第1実施例>図1に示すように、ガソリンを燃料とする燃料噴射式のエンジンCEは、吸気弁1が開かれたときに吸気ポート2から燃焼室3内に混合気を吸入し、こ

10 の混合気をピストン4で圧縮して点火プラグ5で着火・燃焼させ、排気弁6が開かれたときに燃焼ガス(排気ガス)を排気ポート7を介して排気通路8に排出するようになっている。排気通路8には、排気ガス中のO<sub>2</sub>濃度(空燃比)を検出するリニアO<sub>2</sub>センサ9と、排気ガスを浄化する三元触媒を用いた排気ガス浄化装置10とが設けられている。

【0020】ここで、点火プラグ5へは、ディストリビュータ11と点火制御装置12とによって、コントロールユニットCによって設定される所定のタイミングで高20 電圧の点火用電力が供給されるようになっている。なお、ディストリビュータ11ではクランク角(エンジン回転数)を検出できるようになっている。

【0021】そして、燃焼室3に燃料燃焼用の空気を供給するために、上流端が大気に開放され下流端が吸気ポート2と連通する吸気通路14が設けられ、この吸気通路14には、上流側から順に、吸入空気中のダストを除去するエアクリーナ(図示せず)と、吸入空気量を検出するホットワイヤ式のエアフローセンサ15と、アクセルペダル(図示せず)と連動して開閉されるスロットル弁1

30 6と、吸入空気の流れを安定させるサーボタンク17とが設けられている。また、吸気ポート2近傍において、吸気通路14(吸気ポート2)内に燃料を噴射する燃料噴射弁18が、噴射口が吸気ポート2方向に向くようにして設けられている。ここで、燃料噴射弁18の燃料噴射量(噴射パルス幅)及び噴射タイミングはコントロールユニットCによって制御されるようになっている。なお、エアフローセンサ15は、特許請求の範囲に記載された「熱式吸入空気量検出手段」に相当する。

【0022】ホットワイヤ式のエアフローセンサ15  
40 は、熱式エアフローセンサの1つであって、詳しくは図示していないが、吸気通路14内に配置されたホットワイヤ(電気抵抗体)を備えていて、該ホットワイヤの温度が一定値に保持されるようにホットワイヤを流れる電流が制御され、該電流値から吸入空気量が検出されるようになっている。このようにして吸入空気量を検出することができるゆえんはおよそ次のとおりである。

【0023】すなわち、ホットワイヤから吸入空気中への放熱量とホットワイヤまわりの吸入空気の流速とは、よく知られた対流伝熱理論を徴すれば一義的な関数関係にあるといえる。また、ホットワイヤの温度が一定値に

保持される場合には、ホットワイヤから吸入空気中への放熱量とホットワイヤを流れる電流値とは、よく知られた熱収支理論を徴すれば一義的な関数関係にあるといえる。したがって、ホットワイヤを流れる電流値と吸入空気の流速との間にも一義的な関数関係があることになり、かかる関数関係に基づいてホットワイヤを流れる電流値から吸入空気の流速を求めることができるうことになる。そして、このようにして求められた吸入空気の流速に吸気通路断面積を乗ずることによって吸入空気量が得られるわけである。

【0024】なお、ホットワイヤ式のエアフローセンサ15は、検出遅れが少なくしたがって応答性に優れているものの、かかる応答性の良さゆえにかえって、従来は次のような問題が生じていた。すなわち、ピストン4の昇降による吸入空気圧力変動等に起因してエアフローセンサ配置地点に吸気脈動が生じたときには、該吸気脈動の影響により時々刻々の吸入空気量検出値が激しく変動し、該検出値は燃料噴射量算出の基礎とすべき実吸入空気量すなわち1サイクル内における平均的な吸入空気量とは食い違ってしまうといった問題があった。しかしながら、本発明にかかるエンジンCEでは、後で説明するようにかかる不具合は解消され、遅れなく高精度で吸入空気量検出値が補正され、正確な実吸入空気量が得られるようになっている。

【0025】コントロールユニットCは、特許請求の範囲に記載された「実吸入空気量算出手段」、「吸入空気圧力変動算出手段」あるいは「吸入空気圧力記憶手段」を含む、マイクロコンピュータで構成されたエンジンCEの総合的な制御装置であって、リニアO<sub>2</sub>センサ9によって検出される排気ガス中のO<sub>2</sub>濃度(空燃比)、ディストリビュータ11から出力されるクランク角信号(エンジン回転数)、エアフローセンサ15によって検出される吸入空気量、スロットル開度センサ20によって検出されるスロットル開度、スロットル弁下流のサーボタンク17(吸気通路14)に臨設された吸気圧センサ21(ブーストセンサ)によって検出される吸気管内圧力(吸入空気圧力)、燃焼室3に臨設された筒内圧センサ22によって検出される筒内圧、水温センサ24によって検出される冷却水温(エンジン温度)等を制御情報としてエンジンCEの各種制御を行うようになっている。なお、吸気圧センサ21は、特許請求の範囲に記載された「吸入空気圧力検出手段」に相当する。

【0026】しかしながら、コントロールユニットCによるエンジンCEの一般的な制御は本願発明の要旨とするところではないのでその説明を省略し、以下ではコントロールユニットCによる本願発明にかかる吸入空気量検出手法についてのみ説明する。

【0027】第1実施例における吸入空気量検出手法においては、基本的には、コントロールユニットCによって、エアフローセンサ15で検出された吸入空気量検出

値が吸気脈動の影響をなくす方向に補正され、燃料噴射弁18の燃料噴射量の算出の基礎とすべき実吸入空気量が算出される。より詳しくは、吸気圧センサ21で検出されたスロットル弁下流の吸気通路14内の吸気管内圧力(吸入空気圧力)が、コントロールユニットCのメモリ内に時系列的に記憶される一方、エアフローセンサ15で検出された吸入空気量検出値が、コントロールユニットCのメモリ内に記憶されている、上記吸入空気量検出値の検出時点よりも所定期間だけ前の吸気管内圧力記憶値に基づいて算出された補正值でもって補正されて実吸入空気量が算出される。

【0028】かかる吸入空気量検出手法によれば、ピストン4の昇降に伴って生じる吸入空気の圧力変動が吸気通路14内を下流側から上流側に向かって伝播するので、吸気圧センサ配置地点における圧力変動は所定の時間遅れを伴ってエアフローセンサ配置地点に伝播され、かかるエアフローセンサ配置地点における圧力変動に対応して吸気脈動が生じ、吸入空気量検出値が脈動することになる。すなわち、吸入空気量検出値の脈動は、該脈動が生じた時点よりも上記遅れ時間だけ前における吸気圧センサ配置地点での圧力変動に対応して生じる。したがって、上記圧力変動に基づいて補正值を算出しておき、上記遅れ時間経過後に該補正值を用いて吸入空気量検出値を補正すれば、遅れなくかつ高精度で該補正を行うことができる。そして、吸気圧センサ21で検出された吸気管内圧力から算出された圧力変動、すなわち吸気圧センサ配置地点での圧力変動に基づいて、該圧力変動が算出された時点よりも所定期間遅延した時期にエアフローセンサ15で検出された吸入空気量検出値が補正されて実吸入空気量が算出される。換言すれば、吸入空気量検出値は、これよりも所定期間前における吸気圧センサ配置地点での圧力変動に対応して補正される。したがって、上記所定期間を好ましく設定することにより、遅れなくかつ高精度で吸入空気量検出値を補正して正確な実吸入空気量を算出することができ、ひいては空燃比制御の制御精度を高めることができる。

【0029】ここで、上記補正值の最大値はスロットル開度に応じて設定されるのが好ましい。このようにすれば、エアフローセンサまわりでの吸気脈動の強さに応じた補正が行われるので、実吸入空気量の算出精度が一層高められる。

【0030】また、上記所定期間は、吸気管内圧力センサ21とエアフローセンサ15との間の吸気通路14内での圧力伝播に要する時間とするのが好ましい。このようにすれば、吸入空気量検出値が確実に遅れなくかつ高精度で補正されて正確な実吸入空気量が算出され、ひいては空燃比制御の制御精度が高められる。

【0031】なお、上記所定期間を、上記の圧力伝播に要する時間に、エアフローセンサ15の検出遅れ時間例えれば圧力変動周期の1/4程度(角度表示ではπ/2)の

時間を加えたものとしてもよい。このようにすれば、エアフローセンサ15の検出遅れによる影響が除去され、吸入空気量検出値がより高精度に補正されて一層正確な実吸入空気量が算出され、空燃比制御の制御精度が一層高められる。

【0032】以下、図2に示すフローチャートに従って、コントロールユニットCによる具体的な吸入空気量検出手法を説明する。図2に示すように、この吸入空気量検出ルーチンでは、まずステップS1で、エアフローセンサ15によって検出される吸入空気量ga(吸入空気量検出値)が読み込まれる。例えば、図4に示すように、吸入空気量gaには、ピストン4の昇降に伴って生じ\*

$$gab(i) = k \cdot ga(i) + (1-k) \cdot gab(i-1) \dots \text{式1}$$

gab(i)：今回の空気量なまし値

gab(i-1)：前回の空気量なまし値

ga(i)：今回読み込まれた吸入空気量

k：なまし係数( $0 < k < 1$ )

【0034】次に、ステップS4で、スロットル開度TVOが所定の比較値aより大きく、かつスロットル開度変化率 $\Delta TVO$ が所定の比較値bより小さいか否かが比較・判定される。ここで、比較値aは、実吸気空気量を算出する上においてエアフローセンサ付近に生じる吸気脈動の影響を実質的に無視することができるか否かを判定するための比較値である。比較値bは、エンジンCEが加速状態にあるか否かを判定するための比較値である。第1実施例では、 $TVO \leq a$ である場合は、エアフローセンサ付近に生じる吸気脈動が実吸入空気量の算出には実質的な影響を与えないものとして、エアフローセンサ15の吸入空気量gaの補正を行わないようしている。また、 $\Delta TVO \geq b$ である場合は、エンジンCEが加速状態にあり吸入空気量検出値gaの補正を行うことが困難であると考えられるので、該補正を行わないようしている。

【0035】かくして、ステップS4で、 $TVO \leq a$ 又は $\Delta TVO \geq b$ であると判定された場合は(NO)、上記判定条件によれば吸気空気量gaを補正する必要がないかあるいは補正が困難であるので、以下のステップS5～ステップS11をスキップして、後で説明するステップS12が実行される。

【0036】他方、ステップS4で、 $TVO > a$ かつ $\Delta TVO < b$ であると判定された場合は(YE S)、ステップ

$$Pe(i) = K \cdot Pn(i) + (1-K) \cdot Pe(i-1) \dots \text{式2}$$

Pe(i)：今回の圧力なまし値

Pe(i-1)：前回の圧力なまし値

Pn(i)：今回読み込まれた吸気管内圧力

K：なまし係数( $0 < K < 1$ )

【0039】ここでは、吸気圧センサ配置位置からエアフローセンサ配置位置までの間の吸気通路14内における圧力伝播に要する時間(脈動遅れ)を1次遅れとしている。したがって、圧力なまし値Pe(i)は、段落番号[0 ★50

\*る吸入空気の圧力変動に起因する脈動(吸気脈動)が伴われるが、かかる吸気脈動はスロットル開度TVOが大きいときほど強くなる。

【0033】続いて、ステップS2で、スロットル開度センサ20によって検出されるスロットル開度TVOが読み込まれるとともに、該スロットル開度TVOからスロットル開度変化率 $\Delta TVO$ (時間に対する変化率)が演算される。次に、ステップS3で、吸入空気量gaのなまし値gabが、例えば次の式1を用いて演算される。なお、以下では便宜上、上記gabを空気量なまし値という。

【数1】

※ $\Delta TVO$ で、吸入空気量偏差絶対値 $|ga - gab|$ が所定の比較値Cより小さいか否かが比較・判定される。比較値Cは、エアフローセンサ15が準定常状態にあるか否かを判定するための比較値である。第1実施例では、 $|ga - gab| \geq C$ である場合は、吸入空気量gaの変化量が大きくエアフローセンサ15が準定常状態ではなく、このため吸入空気量gaの補正を行うことは困難であると考えられるので、該補正を行わないようしている。

【0037】かくして、ステップS5で $|ga - gab| \geq C$ であると判定された場合は(NO)、上記判定条件によれば吸入空気量gaの補正が困難であるので以下のステップS6～ステップS11をスキップし、後で説明するステップS12が実行される。他方、 $|ga - gab| < C$ であると判定された場合は(YE S)、吸入空気量gaの補正を行うことが可能であるので、この後順にステップS6～ステップS12が実行され、吸入空気量gaが吸気脈動の影響をなくす方向に補正される。

【0038】ステップS6では、吸気圧センサ21によって検出される吸気管内圧力Pn(吸入空気圧力)が読み込まれる。例えば、図5に示すように、吸気管内圧力Pnはピストン4の昇降に伴って脈動しており、スロットル開度が大きいときには該脈動によってエアフローセンサ付近に吸気脈動が惹起されることになる。ステップS7では、次の式2により、吸気管内圧力Pnの1次なまし値Pe(i)が演算される。なお、以下では便宜上、上記Peを圧力なまし値という。

【数2】

★027)の欄に記載された「コントロールユニットCのメモリ内に記憶されている、上記吸入空気量検出値の検出時点よりも所定期間だけ前の吸気管内圧力記憶値」と同義であり、特許請求の範囲に記載された「吸入空気圧力記憶手段に記憶されている上記吸入空気量検出値の検出時点よりも所定期間前の吸入空気圧力記憶値」に相当する。

【0040】ステップS8では、次の式3により圧力な

11

まし値変化率 $\Delta Pe$ (時間に対する変化率)が演算される。

$$\Delta Pe = Pe(i) - Pe(i-1) \dots \text{式3}$$

$\Delta Pe$ :圧力なまし値変化率

$Pe(i)$ :今回の圧力なまし値

$Pe(i-1)$ :前回の圧力なまし値

【0041】ステップS9では、例えば図6に示すような特性をもつマップを用いて圧力なまし値変化率 $\Delta Pe$

が充填効率変化率 $\Delta Ce$ に変換される。ステップS10 \*

$$g = ga - \Delta ga \dots \text{式4}$$

$g$ :実吸入空気量

$ga$ :吸入空気量

$\Delta ga$ :吸入空気量補正值

【0042】ステップS12では、実吸入空気量 $g$ に基づいて充填効率 $Ce$ が演算され、該充填効率 $Ce$ に基づいて燃料噴射弁18の燃料噴射量が算出される。この後、ステップS1に復帰する。以上、第1実施例にかかる吸入空気量検出手法によれば、吸入空気量検出値が遅れなくかつ高精度で補正されて正確な実吸入空気量が算出され、ひいては空燃比制御の制御精度が高められる。

【0043】<第2実施例>以下、本発明の第2実施例を説明するが、第2実施例の基本部分は前記の第1実施例と共通であり、吸入空気量検出手法が異なるだけであるので、説明の重複を避けるため、以下では第1実施例にかかる吸入空気量検出手法との相違点についてのみ説明する。

【0044】第2実施例にかかる吸入空気量検出手法においても、第1実施例の場合と同様に、基本的には、コントロールユニットCによって、エアフローセンサ15で検出された吸入空気量検出値が吸気脈動の影響をなくす方向に補正され、燃料噴射弁18の燃料噴射量の算出の基礎とすべき実吸入空気量が算出される。しかしながら、第2実施例では、コントロールユニットCによって、吸気圧センサ21で検出されたスロットル弁下流の吸気通路14内の吸気管内圧力(吸入空気圧力)から吸気圧センサ配置地点における吸気管内圧力変動が算出され、該吸気管内圧力変動に基づいて算出された補正值でもって、該吸気管内圧力変動が算出された時点よりも所定期間遅延した時期にエアフローセンサ15で検出された吸入空気量検出値が補正されて実吸入空気量が算出される点が、第1実施例と相違する。なお、上記所定期間★

$$\Delta Pn = Pn(i) - Pn(i-1) \dots \text{式5}$$

$\Delta Pn$ :吸気管内圧力変化率

$Pn(i)$ :今回検出された吸気管内圧力

$Pn(i-1)$ :前回検出された吸気管内圧力

ステップT9では、例えば図8に示すような特性をもつマップを用いて吸気管内圧力変化率 $\Delta Pn$ が充填効率変化率 $\Delta Ce$ に変換される。

【0049】ステップT10では、該ルーチンの実行が脈動ずれ時間 $\Delta$ だけ待機させられる。かかる待機によ

\* 【数3】

\*

12

※では、充填効率変化率 $\Delta Ce$ から、よく知られた計算手法により吸入空気量補正值 $\Delta ga$ が算出される。ステップS11では、次の式4により、吸入空気量 $ga$ から脈動成分が除去されて実吸入空気量 $g$ が演算される。

【数4】

$$g = ga - \Delta ga \dots \text{式4}$$

★の好ましい設定方法は、第1実施例の場合と同様である。このように、第2実施例にかかる吸入空気量検出手法は、第1実施例の場合とはやや異なるものの、第2実施例においても第1実施例の場合と同様の作用・効果が得られる。

【0045】図3に、第2実施例にかかる具体的な吸入空気量検出手法のフローチャートを示すが、該フローチャート中のステップT1～ステップT5は、夫々、図2に示すフローチャートのステップS1～ステップS5と同一内容である。また、図3に示すフローチャート中のステップT1～ステップT13は、夫々、図2に示すフローチャートのステップS10～ステップS12と同一内容である。それゆえ、以下では図3に示すフローチャート中のステップT6～ステップT10についてのみ説明する。

【0046】ステップT6～ステップT10は順に実行されるが、ステップT6では、吸気管内圧力 $Pn$ (吸入空気圧力)が読み込まれるとともに、エンジン回転数 $Ne$ が読み込まれる。なお、エンジン回転数 $Ne$ は、ディストリビュータ11からコントロールユニットCに入力されるクランク角信号に基づいてコントロールユニットCによって演算されている。

【0047】ステップT7では、例えば図7に示すような特性をもつマップを用いて、吸気管内圧力 $Pn$ と吸入空気量 $ga$ の脈動ずれ時間 $\Delta$ 、すなわち吸気管内圧力センサ21とエアフローセンサ15との間の吸気通路14内の圧力伝播に要する時間が読み込まれる。

【0048】ステップT8では、次の式5により吸気管内圧力変化率 $\Delta Pn$ (時間に対する変化率)が演算される。

【数5】

☆り、吸気圧センサ配置地点における吸気管内圧力変動に基づいて算出された補正值( $\Delta Ce$ )でもって、該吸気管内圧力変動が算出された時点よりも脈動ずれ時間 $\Delta$ だけ遅延した時期にエアフローセンサ15で検出された吸入空気量 $ga$ が補正されて実吸入空気量 $g$ が算出されることになる。

【0050】かくして、第2実施例にかかる吸入空気量検出手法によれば、まず吸気圧センサ配置地点における

13

吸気管内圧力変動に基づいて補正值 $\Delta Ce$ が算出され、脈動ずれ時間 $\phi$ 経過後に該補正值 $\Delta Ce$ から求められた吸入空気量補正值 $\Delta ga$ を用いて吸入空気量 $ga$ が補正され、このため、確実に遅れなくかつ高精度で吸入空気量検出値 $ga$ が補正され正確な実吸入空気量 $g$ が算出され、ひいては空燃比制御の制御精度が高められる。

## 【0051】

【発明の効果】本発明の第1の態様にかかる吸入空気量検出装置によれば、熱式吸入空気量検出手段によって検出された吸入空気量検出値が、これよりも所定時間前ににおける吸入空気圧力検出手段配置地点での圧力変動に対応して補正されるので、上記所定期間を好ましく設定することにより、例えば上記遅れ時間とすることにより、遅れなくかつ高精度で吸入空気量検出値を補正して正確な実吸入空気量を算出することが可能となり、ひいては空燃比制御の制御精度を高めることが可能となる。

【0052】本発明の第2の態様にかかる吸入空気量検出装置によれば、基本的には本発明の第1の態様にかかる吸入空気量検出装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、上記所定期間が、吸入空気圧力検出手段と熱式吸入空気量検出手段との間での圧力伝播に要する時間とされるので、吸入空気量検出値が遅れなくかつ高精度で補正されて正確な実吸入空気量が算出され、ひいては空燃比制御の制御精度が高められる。

【0053】本発明の第3の態様にかかる吸入空気量検出装置によれば、基本的には本発明の第1の態様にかかる吸入空気量検出装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、上記所定期間が、吸入空気圧力検出手段と熱式吸入空気量検出手段との間での圧力伝播に要する時間に、熱式吸入空気量検出手段の検出遅れ時間を加えたものとされるので、熱式吸入空気量検出手段の検出遅れによる影響が除去され、吸入空気量検出値がより高精度で補正されて一層正確な実吸入空気量が算出され、ひいては空燃比制御の制御精度が一層高められる。

【0054】本発明の第4の態様にかかる吸入空気量検出装置によれば、熱式吸入空気量検出手段によって検出された吸入空気量検出値の脈動が、吸入空気圧力記憶手段に記憶されている上記吸入空気量検出値の検出時点よりも所定期間前の吸入空気圧力記憶値に基づいて、すなわち所定期間前における吸入空気圧力検出手段配置地点

10 での圧力変動に基づいて補正されて実吸入空気量が算出されるので、上記所定期間を好ましく設定することにより、例えば上記遅れ時間とすることにより、遅れなくかつ高精度で吸入空気量検出値を補正して正確な実吸入空気量を算出することが可能となり、ひいては空燃比制御の制御精度を高めることが可能となる。

【0055】本発明の第5の態様にかかる吸入空気量検出装置によれば、基本的には本発明の第1～第4の態様のいずれか1つにかかる吸入空気量検出装置と同様の効果が得られる。さらに、熱式吸入空気量検出手段への吸気脈動の伝播度に応じた脈動補正が行われるので、実吸入空気量の算出精度が一層高められる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる吸入空気量検出装置を備えたエンジンのシステム構成図である。

【図2】 本発明の第1実施例にかかる吸入空気量検出手法を示すフローチャートである。

【図3】 本発明の第2実施例にかかる吸入空気量検出手法を示すフローチャートである。

20 【図4】 エアフローセンサによって検出された吸入空気量 $ga$ の時間に対する変化特性を示す図である。

【図5】 吸気圧センサによって検出された吸気管内圧力 $Pn$ の時間に対する変化特性を示す図である。

【図6】 充填効率変化率 $\Delta Ce$ の圧力なまし値変化率 $\Delta Pe$ に対する特性を示す図である。

【図7】 脈動ずれ時間 $\phi$ のエンジン回転数 $Ne$ に対する特性を示す図である。

30 【図8】 充填効率変化率 $\Delta Ce$ の吸気管内圧力変化率 $\Delta Pn$ に対する特性を示す図である。

## 【符号の説明】

C E…エンジン

C…コントロールユニット

2…吸気ポート

3…燃焼室

1 4…吸気通路

1 5…エアフローセンサ

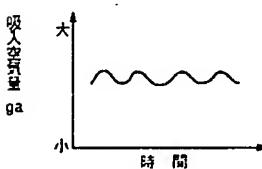
1 6…スロットル弁

2 0…スロットル開度センサ

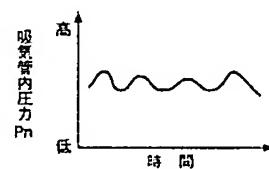
2 1…吸気圧センサ

40

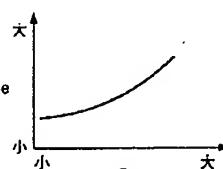
【図4】



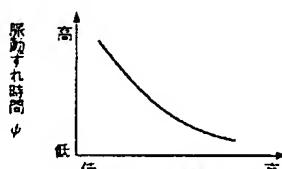
【図5】



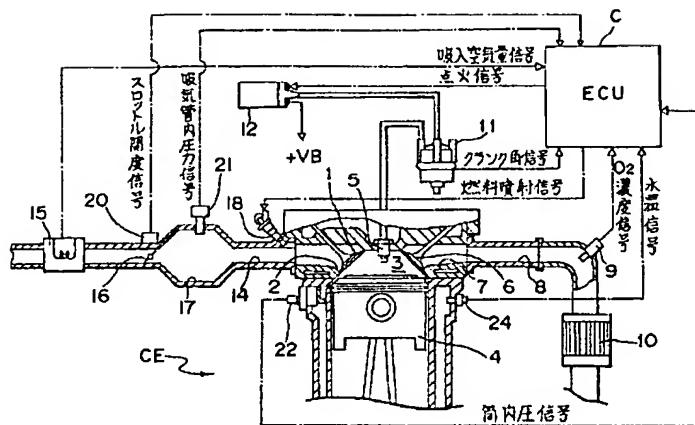
【図6】



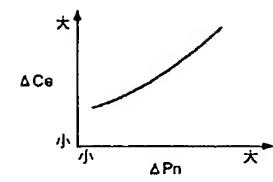
【図7】



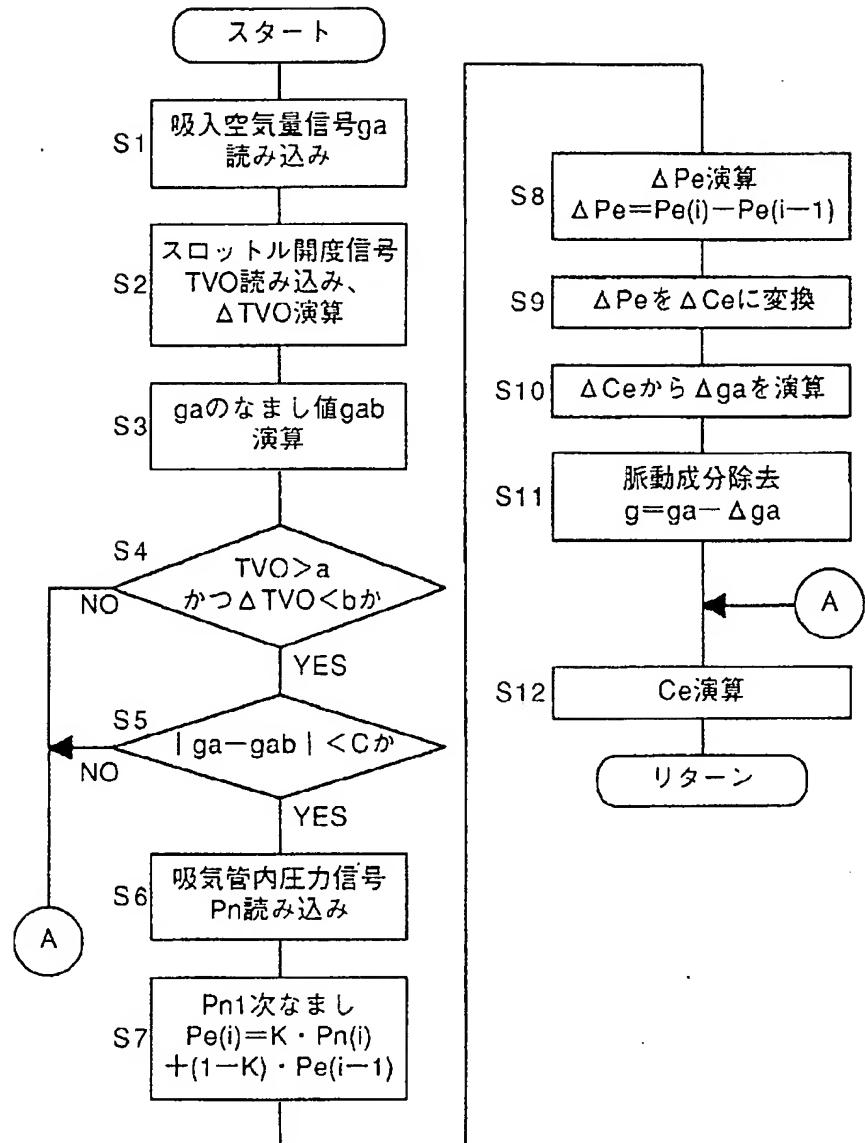
【図1】



【図8】



【図2】



【図3】

